

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/001007

International filing date: 26 January 2005 (26.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-018512
Filing date: 27 January 2004 (27.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 17 March 2005 (17.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

PCT/JP 2005/001007

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

27. 1. 2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 1 月 2 7 日

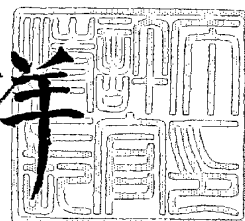
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 0 1 8 5 1 2
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 0 1 8 5 1 2]

出 願 人
Applicant(s): 株式会社フジクラ

2 0 0 5 年 3 月 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川 洋



出証番号 出証特 2 0 0 5 - 3 0 1 7 6 2 9

【書類名】 特許願
【整理番号】 20030837
【提出日】 平成16年 1月27日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G02B 6/00
【発明者】
 【住所又は居所】 千葉県佐倉市六崎 1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内
 【氏名】 竹永 勝宏
【発明者】
 【住所又は居所】 千葉県佐倉市六崎 1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内
 【氏名】 官 寧
【発明者】
 【住所又は居所】 千葉県佐倉市六崎 1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内
 【氏名】 松尾 昌一郎
【発明者】
 【住所又は居所】 千葉県佐倉市六崎 1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内
 【氏名】 姫野 邦治
【発明者】
 【住所又は居所】 千葉県佐倉市六崎 1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内
 【氏名】 原田 光一
【特許出願人】
 【識別番号】 000005186
 【氏名又は名称】 株式会社フジクラ
【代理人】
 【識別番号】 100064908
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 志賀 正武
【選任した代理人】
 【識別番号】 100108578
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 高橋 詔男
【選任した代理人】
 【識別番号】 100089037
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 渡邊 隆
【選任した代理人】
 【識別番号】 100101465
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 青山 正和
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 008707
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9704943

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

マルチモード光ファイバの DMD 測定において、測定時間と測定ファイバの測定時の温度変化率との積の絶対値が 1.0°C 以下になる条件下で DMD 測定を行うことを特徴とするマルチモード光ファイバの測定方法。

【請求項 2】

測定時間と測定ファイバの測定時の温度変化率との積の絶対値が 0.4°C 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載のマルチモード光ファイバの測定方法。

【請求項 3】

測定時間と測定ファイバの測定時の温度変化率との積の絶対値が 0.3°C 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載のマルチモード光ファイバの測定方法。

【請求項 4】

測定時間と測定ファイバの測定時の温度変化率との積の絶対値が 1.0°C 以下になるように、測定する周囲環境の温度変化が小さくなるよう制御された環境で DMD 測定を行うことを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のマルチモード光ファイバの測定方法。

【請求項 5】

周囲環境の温度変化率を $\pm 1.0^{\circ}\text{C}/\text{時間}$ 以下に制御した環境下で DMD 測定を行うことを特徴とする請求項 4 に記載のマルチモード光ファイバの測定方法。

【請求項 6】

測定時間と測定ファイバの測定時の温度変化率との積の絶対値が 1.0°C 以下になるように、測定時間を短くして DMD 測定を行うことを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のマルチモード光ファイバの測定方法。

【請求項 7】

測定時間を 10 分以内とすることを特徴とする請求項 6 に記載のマルチモード光ファイバの測定方法。

【請求項 8】

測定時間を 3 分以内とすることを特徴とする請求項 6 に記載のマルチモード光ファイバの測定方法。

【請求項 9】

測定時間と測定ファイバの測定時の温度変化率との積の絶対値が 1.0°C 以下になるように、測定する周囲環境の温度変化が小さくなるよう制御された環境下で、且つ測定時間を短くして DMD 測定を行うことを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のマルチモード光ファイバの測定方法。

【請求項 10】

DMD 測定を行う前に、被測定光ファイバを測定環境下に於いて、該光ファイバの温度が測定環境の温度と実質的に等しくなった後、DMD 測定を行うことを特徴とする請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載のマルチモード光ファイバの測定方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】マルチモード光ファイバの測定方法

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、マルチモード光ファイバの特性を正確に測定する方法に関する。広帯域マルチモード光ファイバの評価方法としてDMD (Differential mode delay) 測定があり、本発明を用いてDMDを測定することにより、測定環境の変化による影響を低減し、正確な測定が可能となる。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、高帯域なG I 光ファイバを評価する方法として、DMD測定法が規格化されている。この測定を行うことにより、IECの規格で規定されているような10 Gbpsで300 m伝送可能な高帯域G I 光ファイバを保証することができる。

そこで、DMD測定を高い精度で行うことは、品質保証の面から非常に重要である。測定の規格には、測定精度に関して「測定の揺らぎは、測定するDMD値の5%以内でなければならない」と規定している。

【非特許文献1】IEEE 802.3ae

【非特許文献2】IEC/PAS 60793-1-49

【非特許文献3】TIA-455-220

【非特許文献4】信越石英、石英ガラス技術ガイドー1 石英ガラスの化学的、物理的特性、p. 7. (<http://www.sqp.co.jp/seihin/catalog/pdf/gl.pdf>)

【非特許文献5】信越石英、石英ガラス技術ガイドー2 石英ガラスの光学的特性、p. 7. (<http://www.sqp.co.jp/seihin/catalog/pdf/g2.pdf>)

【非特許文献6】IEC 60793-2-10

【特許文献1】特開2003-195085号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 3】

しかしながら、前述した非特許文献1～6には、DMD測定を高い精度で行うための具体的な手段は記載されていない。本発明者らは、実際にDMD測定を行い、その測定精度に問題が生じないかを検討した。

その結果、DMD測定中に光ファイバの温度が変化することにより、光ファイバの屈折率、条長が変化し、DMD測定を正確に行うことができないという問題点を見出した。

これは、僅かな温度変化によっても引き起こされ、DMDの測定及び評価において非常に重要な問題である。

【0 0 0 4】

本発明は前記事情に鑑みてなされ、光ファイバのDMD測定精度を向上させ、マルチモード光ファイバの特性を正確に測定し、評価するための精密な測定方法の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 5】

前記目的を達成するため、本発明は、マルチモード光ファイバのDMD測定において、測定時間と測定ファイバの測定時の温度変化率との積の絶対値が1.0℃以下になる条件下でDMD測定を行うことを特徴とするマルチモード光ファイバの測定方法を提供する。

本発明の方法において、測定時間と測定ファイバの測定時の温度変化率との積の絶対値が0.4℃以下であることが好ましい。

また測定時間と測定ファイバの測定時の温度変化率との積の絶対値は、0.3℃以下であることがより好ましい。

本発明の方法において、測定時間と測定ファイバの測定時の温度変化率との積の絶対値が1.0℃以下になるように、測定する周囲環境の温度変化が小さくなるよう制御された

環境でDMD測定を行うことが好ましい。

この場合、周囲環境の温度変化率を $\pm 1.0^{\circ}\text{C}/\text{時間}$ 以下に制御した環境下でDMD測定を行うことがより好ましい。

また本発明の方法において、測定時間と測定ファイバの測定時の温度変化率との積の絶対値が 1.0°C 以下になるように、測定時間を短くしてDMD測定を行うこともできる。

この場合、測定時間を10分以内とすることが好ましく、さらに測定時間を10分以内とすることがより好ましい。

また本発明において、測定時間と測定ファイバの測定時の温度変化率との積の絶対値が 1.0°C 以下になるように、測定する周囲環境の温度変化が小さくなるよう制御された環境下で、且つ測定時間を短くしてDMD測定を行うこともできる。

さらに本発明において、DMD測定を行う前に、被測定光ファイバを測定環境下に置いて、該光ファイバの温度が測定環境の温度と実質的に等しくなった後、DMD測定を行うことが好ましい。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、マルチモード光ファイバのDMD測定において、測定時間、測定ファイバの温度変化率の積の絶対値を 1.0°C 以下に保ちながら測定することによって、精度の高いDMD測定をすることができる。

また、測定温度変化が小さくなるように周囲環境の温度を制御することによって、精度の高いDMD測定が可能になる。

また、測定時間を短くすることによって、測定ファイバの温度変化の影響を小さくすることが可能となり、精度の高いDMD測定が可能となる。

このように、高い測定精度でマルチモード光ファイバのDMD測定を実施することによって、製品の高い品質保証が可能になるとともに、生産歩留まりが向上する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

本発明のマルチモード光ファイバの測定方法は、マルチモード光ファイバのDMD測定において、測定時間と測定ファイバの測定時の温度変化率との積の絶対値が 1.0°C 以下、好ましくは 0.4°C 以下、さらに好ましくは 0.3°C 以下になる条件下でDMD測定を行うことを特徴としている。

【0008】

温度変化によってDMD測定に影響が現れる原因は、測定する光ファイバが温度変化を受けることにより、光ファイバの屈折率、長さが変化することにある。すなわち、温度変化により光ファイバ中の伝搬時間が温度変化前後で異なることが原因である。パルスを用いて時間領域で測定するDMD測定は、このズレが直接測定に反映され、DMD測定で測定されるモード分散による変化と見分けがつかなくなる。よって、温度変化によりDMD測定の結果は影響を受ける。

【0009】

そこで、まず計算により温度変化がDMD測定に与える影響について定量的に求めた。その計算及び計算結果について次に説明する。

温度が ΔT だけ変化した時の光ファイバの長さ L' 、屈折率 n' は、線膨張係数 α と屈折率温度係数 β を用いて、それぞれ下式(1)、(2)により表される。

【0010】

【数1】

$$L' = L + \Delta L = L + \alpha \cdot L \cdot \Delta T \quad \dots (1)$$

【0011】

【数 2】

$$n' = n + \Delta n = n + \beta \cdot \Delta T \quad \dots (2)$$

【0 0 1 2】

また、温度変化前、温度変化後の光のファイバ伝搬時間 $t(L, n)$ 、 $t(L + \Delta L, n + \Delta n)$ は下記式 (3)、(4) のように表される。ここで、 c は光速である。正確には光ファイバ中の伝搬速度は、モードごとに異なり、あるモードの群屈折率を n_g としたときに c/n_g となるが、ここでは伝搬時間の差のみを扱うので、わずかな差は問題にならない。よって $n_g \div n$ として式 (3)、(4) を導き出した。

【0 0 1 3】

【数 3】

$$t(L, n) = \frac{L \cdot n}{c} \quad \dots (3)$$

【0 0 1 4】

【数 4】

$$t(L + \Delta L, n + \Delta n) = \frac{(L + \Delta L) \cdot (n + \Delta n)}{c} \quad \dots (4)$$

【0 0 1 5】

よって、温度変化前後の光のファイバ伝搬時間の差 Δt は次式 (5) のようになる。式 (5) の 2 行目は 1 行目の右辺の最後の項を無視して近似し整理した式である。

【0 0 1 6】

【数 5】

$$\begin{aligned} \Delta t = t(L + \Delta L, n + \Delta n) - t(L, n) &= \frac{1}{c} \{ L \cdot \Delta n + n \cdot \Delta L + \Delta L \cdot \Delta n \} \quad \dots (5) \\ &\approx \frac{1}{c} \{ L \cdot \Delta n + n \cdot \Delta L \} \end{aligned}$$

【0 0 1 7】

ここで、測定規格 (非特許文献 2) からの要請である「測定の揺らぎは、測定する DM 値の 5 % 以内でなければならない」を満足するため次式 (6) が導出される。ここで、 DMD_{min} [ps/m] は測定を想定する最小 DMD 値である。

【0 0 1 8】

【数 6】

$$\frac{|\Delta t|}{DMD_{min} \times L} \leq 0.05 \quad \dots (6)$$

【0 0 1 9】

よって式 (6) の条件から、最大の温度変化量 ΔT_{max} を求めることができる。ここで、 ΔT_{max} は、式 (6) を満たす最大の変化量の絶対値である。

【0 0 2 0】

以上のことから「測定時間 $t_{measurement}$ 」と「測定中の光ファイバの温度変化率 k_{fiber} 」は、次式 (7) を満たさなければならない。

【0 0 2 1】

【数 7】

$$|t_{\text{measurement}} \times k_{\text{fiber}}| \leq \Delta T_{\text{max}} \quad \dots (7)$$

【0 0 2 2】

具体的な ΔT_{max} は、測定する DMD_{min} と式 (1) ~ (5) の α 、 β 、 n によって決まる値である。

【0 0 2 3】

被測定光ファイバとして石英系の光ファイバを想定し、以下具体的な値を求めてみる。線膨張係数 α と屈折率温度係数 β 、屈折率 n として、それぞれ合成石英の値 $\alpha = 0.51 \times 10^{-6} [\text{K}^{-1}]$ 、 $\beta = 9.8 \times 10^{-6} [\text{K}^{-1}]$ 、 $n = 1.45250$ (波長 850 nm にて) (非特許文献 4, 5 参照) を代入した。温度変化を 0 ~ 1.0℃まで振って計算した。図 1 に式 (6) 式の左辺の計算結果を示した。ここでは、 DMD_{min} は 0.30 ps/m、0.20 ps/m と 2 つの場合について計算した。この DMD_{min} の値は、DMD 測定で要求される測定精度から必要と思われる値を採用した (後述する DMD 測定についての補足説明参照。)。計算結果から、測定ズレを DMD_{min} の 5% 以下に抑えるためには、その値を 0.30 ps/m、0.20 ps/m としたとき、許容温度変化をそれぞれ、 $\pm 0.4^\circ\text{C}$ 、 $\pm 0.3^\circ\text{C}$ に抑えなければならないことが分かる。

以下、この結果をもとに、解決手段について述べる。

【0 0 2 4】

本発明の第 1 の手段は、周囲環境の温度が制御された場所で DMD 測定を行うことにより、DMD 測定の測定誤差を低減することである。

この第 1 の手段の有効性を示す実施例として、次に示す測定を行った。被測定光ファイバの中心にシングルモード光ファイバを用いて波長 850 nm のパルス光を入射し、出射パルスの時間波形を 10 分間、2 分間隔で測定し、最初に測定したパルス中心とのズレを測定した。この実験は、DMD 測定そのものではなく、式 (5) の Δt を測定ファイバにパルス光を伝搬させることによって求めるものである。測定には、IEC 60793-2-10 (非特許文献 6 参照) の A1a.2 に準拠した石英系の 50/125 GI 光ファイバ 3000 m を用いて、温度の変化率が $+1.0^\circ\text{C}/\text{時間}$ (以下 h と略記する場合がある)、 $+2.0^\circ\text{C}/\text{h}$ 、 $+3.0^\circ\text{C}/\text{h}$ 、 $+4.0^\circ\text{C}/\text{h}$ 、 $+5.0^\circ\text{C}/\text{h}$ 程度となるように測定周囲温度を制御して測定を行った。測定結果を表 1 に示す。

【0 0 2 5】

【表 1】

測定時間 [分]	パルス中心ズレ量 [ps]				
	1.0°C/h	2.0°C/h	3.0°C/h	4.0°C/h	5.0°C/h
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	4.1	7.7	11.6	17.5	19.2
4	8.5	16.7	26.9	33.3	36.4
6	10.7	24.7	33.3	47.1	63.8
8	17.1	32.7	44.8	71.7	81.3
10	17.9	39.8	64.3	76.2	99.9

【0 0 2 6】

また、この結果から、単位時間あたりのパルス中心のズレ量を求め、測定時間 t_{mea}

$t_{\text{measurement}} = 10$ 分を仮定し、 $\text{DMD}_{\text{min}} = 0.30 \text{ ps/m}$ 、 0.20 ps/m として、 DMD_{min} に対するパルスの変化量の比 [%] を求めた結果を図 2 に示す。図 2 の値は表 1 の 5 回の測定平均から求めた値である。求めた量を式で表すと次式 (8) になる。次式 (8) 中、 $\Delta t = t_{\text{measurement}} \times$ 単位時間あたりのパルスのズレ量を表す。

【0027】

【数 8】

$$\frac{|\Delta t|}{\text{DMD}_{\text{min}} \times L} \quad \dots (8)$$

【0028】

ここでパルスのズレ量は、測定ファイバの長さで規格化したものを用いた。この結果から、測定時間が 10 分で、温度変化率が $+1.0^\circ\text{C/h}$ 程度であれば、測定のズレは DMD_{min} に対して 5 % 以下であることがわかる。それに対して、温度変化率が $+3.0^\circ\text{C/h}$ であると測定のズレは DMD_{min} に対して 5 % を大きく超えていることが分かる。

【0029】

本発明の第 2 の手段は測定時間を短くすることにより、DMD 測定の測定誤差を低減することである。

この第 2 の手段の実施例として、前記第 1 の実施例の実験において測定時間を 10 分、5 分、3 分と仮定した場合について、図 2 と同様に温度変化に対する、パルスの伝搬時間変化量の比を求めた。その結果を図 3 に示す。

【0030】

この結果より、測定時間を短くすると、DMD 測定に与える影響が小さくなり、測定時間を 3 分にすると温度変化率が 5.0°C/h であっても測定精度を 5 % 以内にできることが分かる。

【0031】

本発明の第 3 の手段は、前記第 1、第 2 の手段を併用することにより、更に測定精度を低減することである。

第 3 の手段の実施例として、第 2 の手段の実施例で挙げた図 3 において、温度変化率が 1.0°C/h で測定時間 3 分の場合を見ると、測定精度は 1 % 以内であることが分かる。この結果から、第 1、第 2 の手段を併用することにより、非常に精度の高い DMD 測定が可能であることが分かる。

【0032】

第 3 の手段の 2 つ目の実施例として、実際に DMD 測定を行った。測定には、波長 850 nm において、半径 $0 \sim 23 \mu\text{m}$ の DMD 値が 0.15 ps/m 、 0.24 ps/m と非常に小さな 2 種類のファイバを用いて行った。ここで挙げた DMD 値は、第 3 の手段を用いて、測定時間 3 分、温度変化率 $\pm 1.0^\circ\text{C/h}$ 以下の環境で 10 回測定した平均値である。以後、この条件で求めた値を $\text{DMD}_{\text{ideal}}$ とする。また、 $\text{DMD}_{\text{ideal}}$ の条件以外で、測定した DMD 値を $\text{DMD}_{\text{measurement}}$ とする。以後評価する測定誤差の値は、以下の式 (9) によって求めた値である。

【0033】

【数 9】

$$\frac{\text{DMD}_{\text{measurement}} - \text{DMD}_{\text{ideal}}}{\text{DMD}_{\text{ideal}}} \times 100 \text{ [%]} \quad \dots (9)$$

【0034】

測定条件として以下の 4 つの条件で行った。ここで、温度変化率 2.0°C/h は、大凡空調設備の完備した部屋での最大変動幅であり、また温度変化率 4.0°C/h は野外での

大凡の変動幅である。但し、ここで示した値は、実際に測定時に温度をモニターした最大変動幅であり、勿論温度変動は、季節、時間帯、天候などにより異なる可能性がある。

【0035】

- [1] 測定時間10分、温度変化率 $\pm 2.0^{\circ}\text{C}/\text{h}$ の変動
- [2] 測定時間10分、温度変化率 $\pm 4.0^{\circ}\text{C}/\text{h}$ の変動
- [3] 測定時間5分、温度変化率 $\pm 4.0^{\circ}\text{C}/\text{h}$ の変動
- [4] 測定時間3分、温度変化率 $\pm 2.0^{\circ}\text{C}/\text{h}$ の変動。

【0036】

測定結果を表2に示す。

【0037】

【表2】

DMD _{ideal}	測定条件			
	[1]	[2]	[3]	[4]
0.15	+7.5%	-12.5%	+5.8%	+2.1%
0.24	+4.6%	+8.0%	+4.2%	-1.3%

- [1] 測定時間10分、温度変化率 $\pm 2.0^{\circ}\text{C}/\text{hour}$ の変動
- [2] 測定時間10分、温度変化率 $\pm 4.0^{\circ}\text{C}/\text{hour}$ の変動
- [3] 測定時間5分、温度変化率 $\pm 4.0^{\circ}\text{C}/\text{hour}$ の変動
- [4] 測定時間3分、温度変化率 $\pm 2.0^{\circ}\text{C}/\text{hour}$ の変動

【0038】

表2の結果から、測定時間を短くし、温度変化が小さい方が測定誤差が小さいことが分かる。

【0039】

また、DMD測定では、波長850nmにおける光ファイバの伝送損失が約2.4dB/kmと大きいので、測定ノイズを減らすため、測定平均化回数を多くする必要がある、測定に時間がかかる。この実施例では、測定時間を減らす手段として、光源の出力を大きくすること、測定感度の高い検出器を使用することにより解決した。測定時間を減らす方法は、それ以外にも検出器のデータサンプリング速度を上げることなどによっても可能である。

【0040】

<DMD測定についての補足説明>

DMD測定は、IEC/PAS 60793-1-49（非特許文献2参照。）で規格されている測定方法であり、マルチモード光ファイバのモード分散を測定する方法である。

DMD (Differential mode delay) とは、モード間遅延時間差であり、被測定ファイバの径方向オフセットのある範囲内 ($R_{inner} \sim R_{outer}$) での最も速いモードと最も遅いモードとのパルス遅延時間差と定義される。

【0041】

(DMD測定方法)

図4に示すように、コア領域2とその外周に設けられたクラッド領域3とを有する被測定光ファイバ1を用い、この被測定光ファイバ1のコア領域2のある位置(励振位置4)に励振ファイバ(シングルモード光ファイバ)から光を入射し、そのパルス応答を測定する。この励振位置4を $R_{inner} = 0\mu\text{m}$ (コア中心) から $R_{outer} = 23\mu\text{m}$ までは径方向に変化させ、各点でのパルス応答を測定する。そのパルス応答を図2に示すように、オフセット位置ごとに記録する。

【0042】

(DMD算出方法)

測定によって得られたデータから、オフセットのピークパワーの25%にあたる点を fast edge、slow edgeとする。あるオフセット範囲内(図2では $R=1\sim 5\mu\text{m}$)の fast edgeの最も早いものを T_{fast} とし、slow edgeのうちで最も遅いものを T_{slow} とする。このときのDMDの値は次式(10)で表される。

【0043】

【数10】

$$\text{DMD} = (T_{\text{slow}} - T_{\text{fast}}) - \Delta T_{\text{REF}} \quad \dots (10)$$

【0044】

但し、 ΔT_{REF} は、入射パルスのパルス幅 ΔT_{pulse} と波長分散による広がり Δt_{chrom} より次式(11)で表される。

【0045】

【数11】

$$\Delta T_{\text{REF}} = (\Delta T_{\text{pulse}}^2 + \Delta t_{\text{chrom}}^2)^{1/2} \quad \dots (11)$$

【0046】

以上のように算出されたDMDについて、径方向のオフセットが $R=5\sim 18\mu\text{m}$ までの範囲(inner)と $R=0\sim 23\mu\text{m}$ までの範囲(outer)のそれぞれを算出する。

【0047】

(DMDの規格)

IEC 60793-2-10(非特許文献6参照。)のA1a.2に準拠した、10 Gbpsで300m伝送可能な光ファイバは、DMDの算出方法によって算出された2つのDMDが表3中の6つのテンプレート(template)のうちのいずれかを満たさなければならない。

【0048】

【表3】

Template number	Inner mask DMD(ps/m) for $R_{\text{INNER}}=5\mu\text{m}$ to $R_{\text{OUTER}}=18\mu\text{m}$	Outer mask DMD(ps/m) for $R_{\text{INNER}}=0\mu\text{m}$ to $R_{\text{OUTER}}=23\mu\text{m}$
1	≤ 0.23	≤ 0.70
2	≤ 0.24	≤ 0.60
3	≤ 0.25	≤ 0.50
4	≤ 0.26	≤ 0.40
5	≤ 0.27	≤ 0.35
6	≤ 0.33	≤ 0.33

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】マルチモード光ファイバの温度変化量とパルス伝搬時間変化量比との関係を示すグラフである。

【図2】マルチモード光ファイバの測定時間10分の場合の温度変化率とパルスの伝搬時間変化量比との関係を示すグラフである。

【図 3】 マルチモード光ファイバの測定時間 1 0 分、5 分、3 分の場合のそれぞれの温度変化率とパルスの伝搬時間変化量比との関係を示すグラフである。

【図 4】 マルチモード光ファイバの DMD 測定において、被測定光ファイバの励振位置を示す光ファイバの斜視図である。

【図 5】 マルチモード光ファイバの DMD 測定において、DMD 測定波形を例示するグラフである。

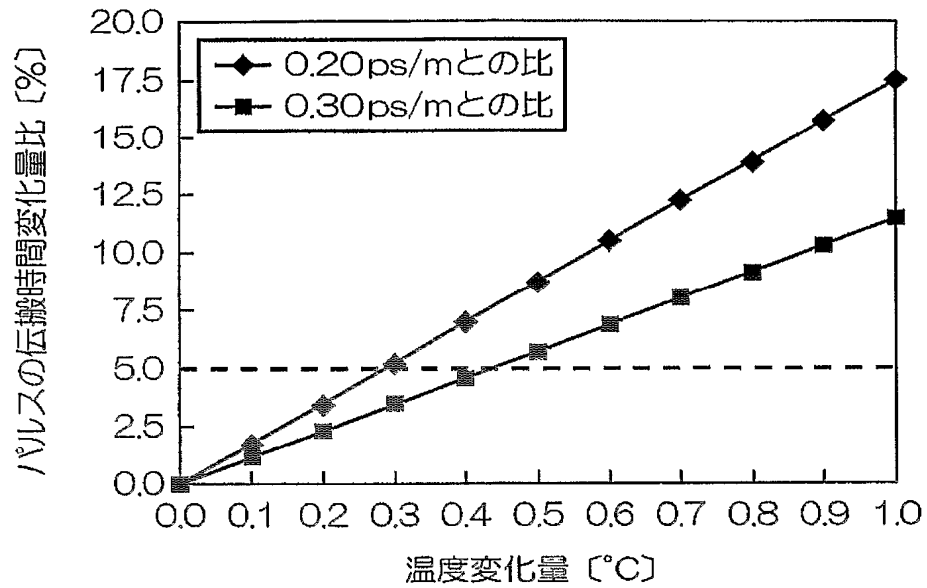
【符号の説明】

【 0 0 5 0 】

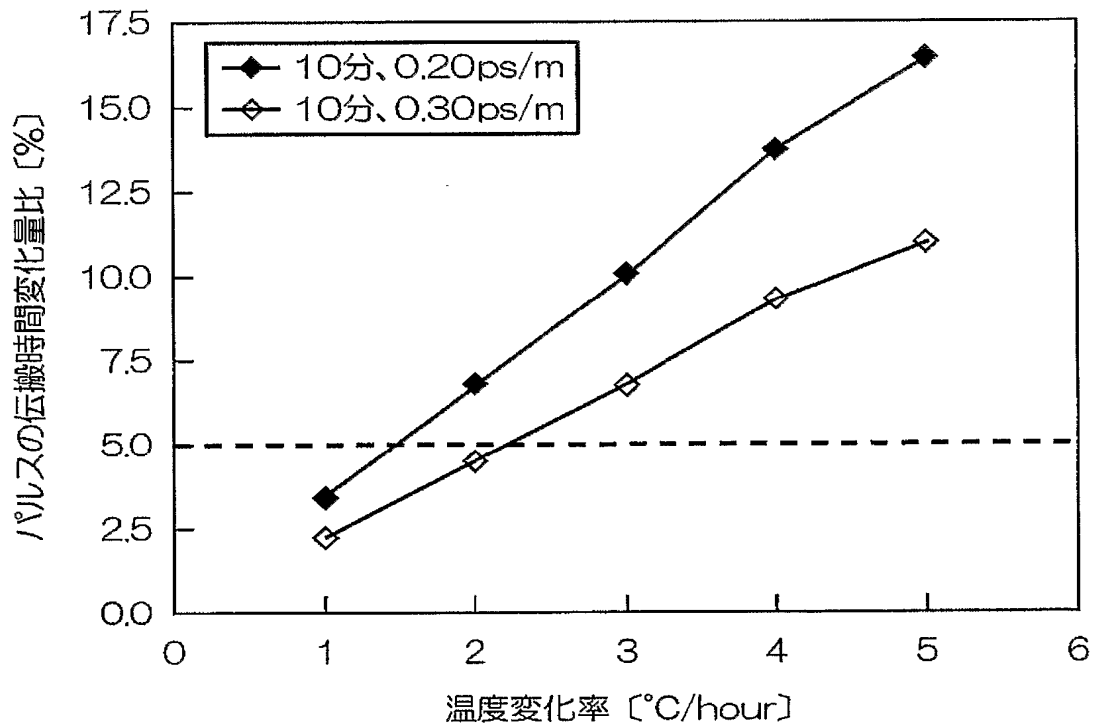
1 …被測定光ファイバ（マルチモード光ファイバ）、2 …コア領域、3 …クラッド領域、4 …励振位置。

【書類名】 図面

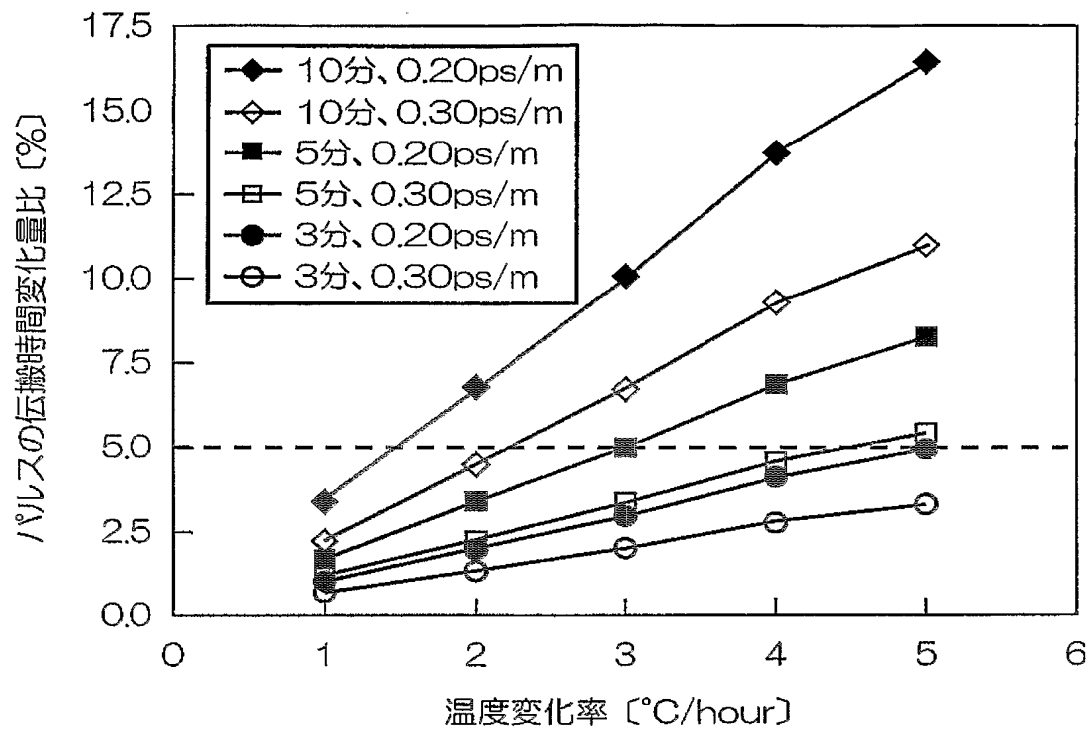
【図 1】



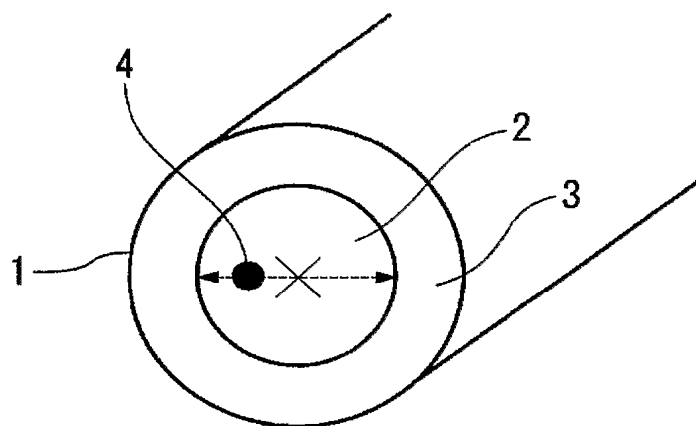
【図 2】



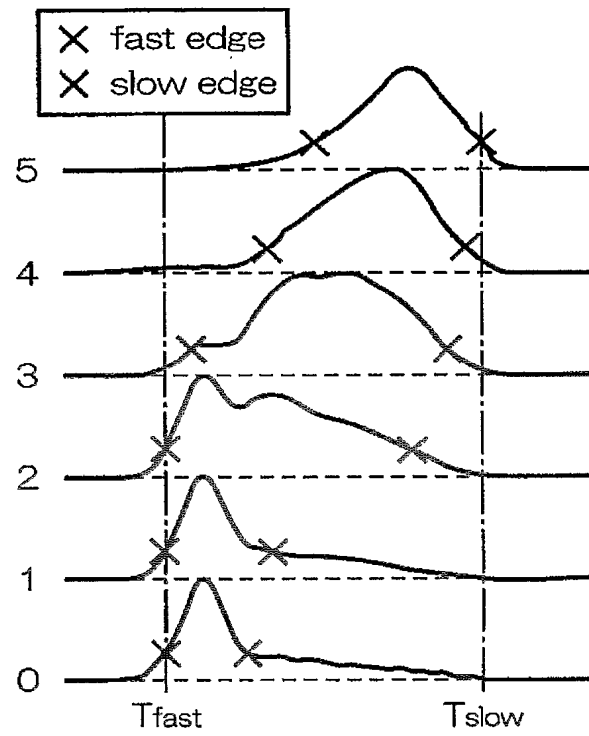
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光ファイバのDMD測定精度を向上させ、マルチモード光ファイバの特性を正確に測定し、評価するための精密な測定方法の提供。

【解決手段】 マルチモード光ファイバのDMD測定において、測定時間と測定ファイバの測定時の温度変化率との積の絶対値が1. 0℃以下になる条件下でDMD測定を行うことを特徴とするマルチモード光ファイバの測定方法。

【選択図】 なし

特願 2 0 0 4 - 0 1 8 5 1 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 1 8 6]

1. 変更年月日

1 9 9 2 年 1 0 月 2 日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都江東区木場 1 丁目 5 番 1 号

氏 名

株式会社フジクラ